

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002110567 A**

(43) Date of publication of application: **12.04.02**

(51) Int. Cl. **H01L 21/205**  
**C23C 16/455**

(21) Application number: **2000303752**

(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(22) Date of filing: **03.10.00**

(72) Inventor: **KAWARADA HAJIME**

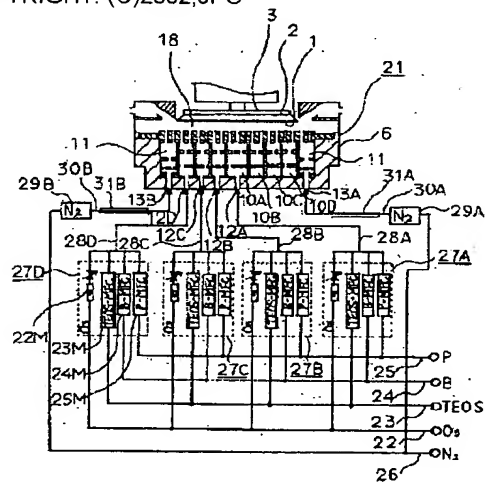
(54) **CHEMICAL VAPOR PHASE DEPOSITION  
APPARATUS AND METHOD OF FORMING FILM  
ON SEMICONDUCTOR WAFER**

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a chemical vapor deposition apparatus capable of growing a reaction product film uniform in thickness and composition on the surface of a semiconductor wafer and a method of forming a film on the semiconductor wafer, using the same apparatus.

**SOLUTION:** Mass controllers 27A-27D for controlling the flow rates of a plurality of material gases with an optionally set mix ratio thereof are provided respectively corresponding to reaction gas production chambers 10A-10D divided into four layers concentric to a gas head 6 one to one. The mix ratio is set every reaction gas production chamber, the material gases are supplied at controlled flow rates and mixed to produce a reaction gas, and this reaction gas is discharged from a plurality of reaction gas discharge holes 9a of the gas head 6 onto the surface of a semiconductor wafer 1 with its in-surface distribution optionally adjustable.



22M: ニードルバルブ付きフローメータ  
23M: マスフローコントローラ  
27A~27D: マスフローコントローラ群  
29A, 29B: 廃棄ガス用マスフローコントローラ  
31: 配管ヒータ

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-110567

(P2002-110567A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002.4.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\* (参考)

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/455

5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-303752(P2000-303752)

(22) 出願日 平成12年10月3日 (2000.10.3)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 川原田 元

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 EA01 EA06 GA06

HA15 JA05 JA06 KA12

5F045 BB02 BB04 DP28 EE04 EE05

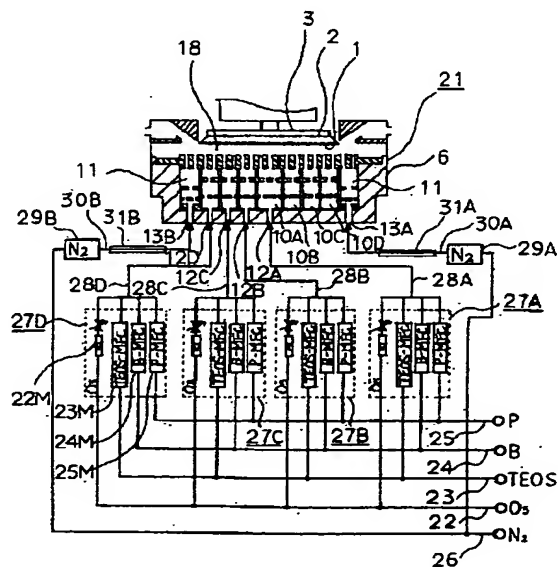
EE12 EE14 EF05 EF09

(54) 【発明の名称】 化学気相成長装置および該装置による半導体ウエハの成膜方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体ウエハの表面に均一厚さおよび均一組成の反応生成膜を生成できる化学気相成長装置および該装置による半導体ウエハの成膜方法を提供する。

【解決手段】 複数種類の原料ガスの混合比率を任意に設定してその流量を制御するマスフローコントローラ群27Aから27Dを、ガスヘッド6の同心円状に4層に分割された反応ガス生成室10Aから10Dの個々に対応させて設け、各反応ガス生成室ごとに混合比率を設定し、流量制御して供給された前記原料ガスを混合して反応ガスを生成し、ガスヘッド6の複数の反応ガス吐出孔9'aから前記反応ガスを半導体ウエハ1の表面に、その面内分布を任意に調整可能に吐出する。



22M: ニードルバルブ付きフローメータ

23M: マスフローコントローラ

27A~27D: マスフローコントローラ群

29A、29B: 窒素ガス用マスフローコントローラ

31: 配管ヒータ

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体ウエハを保持して加熱するステージと、複数種類の原料ガスを任意の比率で供給すべくその流量を制御する原料ガス流量制御手段と、該原料ガス流量制御手段を介して供給された前記複数種類の原料ガスを混合して反応ガスを生成する反応ガス生成室および前記半導体ウエハとの対向面に配設され、前記反応ガスを前記半導体ウエハへ向けて吐出する複数の反応ガス吐出孔が形成された拡散ヘッド板を有するガスヘッドとを備え、該ガスヘッドより前記反応ガスを吐出、供給することにより前記半導体ウエハの表面に薄膜を成長させる化学気相成長装置において、前記反応ガス生成室を複数に分割し、夫々の反応ガス生成室個々に前記原料ガスの混合比を設定し得るようにしたことを特徴とする化学気相成長装置。

【請求項 2】 反応ガス生成室の群を取り囲む位置に配設された不活性ガス吐出孔より、加熱された不活性ガスを半導体ウエハの外周縁の外側に向かって吐出し得るようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の化学気相成長装置。

【請求項 3】 ガスヘッドへのガス供給配管系統で不活性ガスを所定温度に加熱するようにしたことを特徴とする請求項 2 に記載の化学気相成長装置。

【請求項 4】 反応ガス生成室は、該反応ガス生成室内に、反応ガスの流動方向に互いに間隔をおいて配設された少なくとも 2 枚のガス拡散板を備え、互いに隣接する前記ガス拡散板のガス通過孔の中心位置が、前記反応ガスの流動方向と直交する方向に互いに離れて構成されたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかの 1 項に記載の化学気相成長装置。

【請求項 5】 ステージと、ガスヘッドとの互いに対向する面の夫々の中心を互いに偏心させ、少なくとも一方は前記中心を回転軸として回転し得るようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかの 1 項に記載の化学気相成長装置。

【請求項 6】 半導体ウエハをステージに保持して加熱する工程と、ガスヘッドにおける複数に分割された反応ガス生成室の最外層に配設された不活性ガス供給口から所定温度に加熱された不活性ガスを前記半導体ウエハの外周縁より外側に供給する工程と、前記複数に分割された反応ガス生成室の夫々へ、該複数に分割された反応ガス生成室ごとに複数種類の原料ガスの供給比率および流量を調整して供給する工程と、前記複数に分割された反応ガス生成室の夫々において、供給された前記複数種類の原料ガスを混合して反応ガスを生成する工程と、前記反応ガスを前記半導体ウエハの表面へ供給して該表面に成膜する工程とからなる半導体ウエハの成膜方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、化学気相成長

置および該装置による半導体ウエハの成膜方法に関し、特に半導体ウエハに向けて吐出する反応ガスの生成機構および前記反応ガスの生成方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、反応源として TEOS (tetraethylorthosilicate) と酸化剤としてのオゾンを用いて半導体ウエハにシリコン酸化膜を形成する常圧 CVD 方式の化学気相成長装置としては、例えば特開平 4-348031 号公報に示されたものがある。図 5 は特開平 4-348031 号公報に示された従来の化学気相成長装置の断面構成および配管系統を示す図である。図において、201 は反応生成膜が形成される半導体ウエハ、202 は半導体ウエハ 201 を保持して加熱するステージ、203 はステージ 202 を介して半導体ウエハ 201 を加熱するヒータブロック、204 は半導体ウエハ 201 に薄膜を形成すべく反応ガスによって処理する反応室である。

【0003】 そして、205 はステージ 202 と間隔をもって設けられ、前記反応ガスを供給するための多数のガス吹出口 206 を有するガスヘッド、207 は反応室 204 を構成する反応室側壁、208 は反応室側壁 207 に設けられた排気を排出するための排気口である。

【0004】 そして、209A、209B はガスヘッド 205 の凹部を反応ガス生成室 205A、205B および窒素ガス室 205C に仕切る拡散板（仕切板）であり、反応ガス生成室 205A、205B および窒素ガス室 205C は夫々拡散板 209A、209B により同心円状に仕切られている。

【0005】 なお、ガスヘッド 205 に設けられたガス吹出口 206 は、反応ガス生成室 205A、205B から夫々反応ガスを噴出する反応ガス吹出口 206a、206b、および窒素ガス室 205C から窒素ガスを噴出する窒素ガス吹出口 206c からなる。

【0006】 そして、反応ガス吹出口 206a、206b から吹き出される前記反応ガスは TEOS、オゾンガス（以下、オゾンと記す）等の原料ガスを窒素ガスで希釈し、混合して生成したものであり、オゾン用フローメータ 210A、TEOS 用マスフローコントローラ 210B、窒素ガス用マスフローコントローラ 210C 等のマスフローコントローラ群により組成が調整され、夫々の吹き出し速度の大小がニードルバルブ 211A、211B により調整されて反応ガス生成室 205A、205B へ供給され、窒素ガス吹出口 206c から吹き出される窒素ガスは窒素ガス用マスフローコントローラ 212 により制御されて窒素ガス室 205C に供給される。

【0007】 即ち、拡散板 209A、209B で同心円状に 2 層に仕切られた反応ガス吹出口 206a、206b からは均一で、しかも等しい速度で反応ガスが吹き出され、窒素ガス吹出口 206c からは他の吹出口に比べ早い速度で窒素ガスが吹き出され、この結果、半導体ウエ

ハ1に略均一な膜厚分布の成膜を実現できる。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の化学気相成長装置は、以上のように構成されているので、即ち、ガスヘッド205が同心円状に形成された2層の反応ガス生成室205A、205Bを備え、反応ガス生成室205A、205Bに供給するTEOS、オゾンおよび窒素ガス等の原料ガスの流量を夫々独立して制御可能にニードルバルブ211A、211Bを備えたので、反応ガス生成室205A、205Bの各々には流量制御された前記原料ガスが供給されるが、オゾン用フローメータ210Aおよび各マスフローコントローラ210B、210Cにより組成が調整されて合流した前記原料ガスが十分に混合されないまま再度分岐され、ニードルバルブ211A、211Bを介して反応ガス生成室205A、205Bに供給されるので、供給された前記原料ガスにより生成された反応ガスの組成比は必ずしも同一でなく、半導体ウエハ201に均一な厚さおよび組成の反応生成膜を生成することが困難であると言う問題点があった。

【0009】また、反応ガス生成室205A、205Bの各々が特別な攪拌手段を備えていないので、夫々の生成室内で十分に混合されず、十分に混合されないままの反応ガスが反応ガス吹出口206a、206bから吹き出され、半導体ウエハ201に均一な厚さおよび組成の反応生成膜を生成することが困難であると言う問題点があった。

【0010】さらに、ガスヘッド205における反応ガス生成室205A、205Bの外側に、同じく同心円状に窒素ガス室205Cを備え、半導体ウエハ201の外周縁の外側へ供給される窒素ガスは、材料ガスの節減や反応副生成物の反応室側壁207の内壁面への付着防止には効果を発揮する反面、半導体ウエハ201の表面まで誘導されてウエハ表面温度の降下の原因となり、膜厚分布を悪化させることがあるなどの問題点があった。

【0011】本発明は、上記のような問題点を解消するためになされたものであり、半導体ウエハ1に均一な厚さおよび組成の反応生成膜を生成できる化学気相成長装置および該装置による半導体ウエハの成膜方法を提供することを目的とする。

【0012】さらに、反応ガスの節減や反応副生成物の反応室内壁面への付着防止のために供給される不活性ガスにより、半導体ウエハの膜厚分布を悪化させることのない化学気相成長装置および該装置による半導体ウエハの成膜方法を提供することを目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る化学気相成長装置は、半導体ウエハを保持して加熱するステージと、複数種類の原料ガスを任意の比率で供給すべくその流量を制御する原料ガス流量制御手段と、該原料ガス流量制御手段を介して供給された前記複数種類の原料ガ

スを混合して反応ガスを生成する反応ガス生成室および前記半導体ウエハとの対向面に配設され、前記反応ガスを前記半導体ウエハへ向けて吐出する複数の反応ガス吐出孔が形成された拡散ヘッド板を有するガスヘッドとを備え、該ガスヘッドより前記反応ガスを吐出、供給することにより前記半導体ウエハの表面に薄膜を成長させる化学気相成長装置において、前記反応ガス生成室を複数に分割し、夫々の反応ガス生成室個々に前記原料ガスの混合比を設定し得るようにしたものである。

10 【0014】また、第2の発明に係る化学気相成長装置は、第1の発明に係る化学気相成長装置において、反応ガス生成室の群を取り囲む位置に配設された不活性ガス吐出孔より、加熱された不活性ガスを半導体ウエハの外周縁の外側に向かって吐出し得るようにしたものである。

【0015】さらに、第3の発明に係る化学気相成長装置は、第2の発明に係る化学気相成長装置において、ガスヘッドへのガス供給配管系統で不活性ガスを所定温度に加熱するようにしたものである。

20 【0016】また、第4の発明に係る化学気相成長装置は、第1の発明乃至第3の発明のいずれかに係る化学気相成長装置において、反応ガス生成室は、該反応ガス生成室内に、反応ガスの流動方向に互いに間隔をおいて配設された少なくとも2枚のガス拡散板を配設し、互いに隣接する前記ガス拡散板のガス通過孔の中心位置が、前記反応ガスの流動方向と直交する方向に互いに離れて構成されたものである。

30 【0017】さらに、第5の発明に係る化学気相成長装置は、第1の発明乃至第4の発明のいずれかに係る化学気相成長装置において、ステージと、ガスヘッドとの互いに対向する面の夫々の中心を互いに偏心させ、少なくとも一方は前記中心を回転軸として回転し得るようにしたものである。

【0018】また、第6の発明に係る化学気相成長装置による半導体ウエハの成膜方法は、半導体ウエハをステージに保持して加熱する工程と、ガスヘッドにおける複数に分割された反応ガス生成室の最外層に配設された不活性ガス供給口から所定温度に加熱された不活性ガスを前記半導体ウエハの外周縁より外側に供給する工程と、前記複数に分割された反応ガス生成室の夫々へ、該複数に分割された反応ガス生成室ごとに複数種類の原料ガスの供給比率および流量を調整して供給する工程と、前記複数に分割された反応ガス生成室の夫々において、供給された前記複数種類の原料ガスを混合して反応ガスを生成する工程と、前記反応ガスを前記半導体ウエハの表面へ供給して該表面に成膜する工程とからなる方法である。

#### 【0019】

50 【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1としての化学気相成長装置におけるチャ

ンバ（装置本体）の断面を示す模式図、図2は図1に示したチャンバへの原料ガス供給系統図である。

【0020】図1において、1は反応生成膜が形成される半導体ウエハ、2は半導体ウエハ1を保持して加熱するステージ、3はステージ2を介して半導体ウエハ1を加熱するヒータブロック、4はステージ回転軸5を介してステージ2を回転させる駆動装置である。

【0021】また、6はステージ2と間隔をもって設けられ、反応ガスを供給するガスヘッドであり、ガスヘッド6には凹部6Aが形成されている。そして、7は凹部6Aを複数層の同心円筒状に分割するように配設された隔壁であり、隔壁7の一端側（図面上の下端側）は凹部6Aの底部に配設された底板8に固定されている。また、9は凹部6Aを塞ぐように隔壁7の他端側（図面上の上端側）に、即ち、ステージ2上の半導体ウエハ1との対向面側に配設された拡散ヘッド板であり、拡散ヘッド板9には多数の反応ガス吐出孔9aおよび窒素ガス吐出孔9bが形成されている。

【0022】上述のごとく、拡散ヘッド板9で開口部を塞がれたガスヘッド6の凹部6Aには、隔壁7により同心円筒状に分割された4層の反応ガス生成室10Aから10Dが形成され、その最外層には窒素ガス室11が形成されている。そして、反応ガス生成室10Aから10Dには、前記原料ガスを供給する原料ガス供給口12Aから12Dが対応配設され、窒素ガス室11には窒素ガス供給口13A、13Bを夫々備える。

【0023】また、反応ガス生成室10Aから10Dには、原料ガス供給口12Aから12Dと拡散ヘッド板9との間に、拡散ヘッド板9に平行に、2枚の拡散板（仕切板）14、15を備える。なお、拡散板14、15の夫々には多数のガス通過孔14a、15aが形成され、拡散板14、15のガス通過孔14a、15aのそれぞれは、ガスヘッド6の軸心方向（同心円筒状の隔壁7の軸心方向）にて中心位置が相互に重ならないように、上記軸心方向と直交する方向にずらせて形成されている。同様に、ガス通過孔15aと拡散ヘッド板9の反応ガス吐出孔9aとの中心位置が相互に重ならないようにずらせて形成されている。

【0024】なお、反応ガス生成室10Dの外側に同心円状に形成された窒素ガス室11における窒素ガス供給口13A、13Bと拡散ヘッド板9との間に、拡散ヘッド板9に平行に2枚の拡散板（仕切板）16、17を備える。なお、拡散板16、17の夫々には多数のガス通過孔16a、17aが形成され、拡散板16、17のガス通過孔16a、17aのそれぞれは、ガスヘッド6の軸心方向にて中心位置が相互に重ならないように、また、ガス通過孔17aと拡散ヘッド板9の反応ガス吐出孔9bとの中心位置が相互に重ならないようにずらせて形成されている。

【0025】また、18は、ステージ2上の半導体ウエ

ハ1と拡散ヘッド板9との間に所定の間隔を設けて形成され、半導体ウエハ1を前記反応ガスによって薄膜を形成すべく処理する反応室、19は反応室18を構成する反応室側壁、20は排気口である。なお、ステージ2乃至排気口20により化学気相成長装置におけるチャンバ21を構成している。

【0026】次に、図2において、22はオゾン配管、23はTEOS配管、24、25は夫々添加剤となるボロン、リンのガス配管、そして26は窒素ガス配管である。

【0027】また、27Aから27Dは、夫々、オゾン配管22に分岐接続されたオゾンのガス流量を制御する為のニードルバルブ付きフローメータ22M、TEOS配管23に分岐接続されたTEOSのガス流量を制御する為のマスフローコントローラ23M、添加剤ボロンのガス流量を制御する為のマスフローコントローラ24M、添加剤リンのガス流量を制御する為のマスフローコントローラ25Mにて構成されたマスフローコントローラ群である。そして、28Aから28Dは、夫々、マスフローコントローラ群27Aから27Dの出力側と、反応ガス生成室10Aから10Dにおける原料ガス供給口12Aから12Dとを対応接続する原料ガス供給配管である。

【0028】なお、オゾンを除く、TEOS、添加剤としてのボロン、リン等の原料ガスは、常温、常圧では液状である為、50℃から100℃程度に加熱して気化すると共に、不活性ガスである窒素ガスにて所定の濃度にて希釈されて供給され、そのガス状態を保持するために、これらの配管23から25、および原料ガス供給配管28Aから28D等は、これらを包むように配設されたヒータ（図示せず）により加熱されている。

【0029】また、29A、29Bは窒素ガス配管26に分岐接続され、窒素ガスのガス流量を制御する為のマスフローコントローラである。そして、30A、30Bは、夫々、マスフローコントローラ29A、29Bの出力側と窒素ガス室11の窒素ガス供給口13A、13Bとを夫々対応接続する窒素ガス供給配管、31A、31Bは、夫々、窒素ガス供給配管30A、30Bを包むように配設され、窒素ガス供給配管30A、30Bを介して通過する窒素ガスを加熱するヒータである。

【0030】次に、図1、図2に示した化学気相成長装置の動作について、図3に示した動作フロー図を用いて説明する。図3におけるステップ100で処理を開始し、ステップ101で一連の処理の準備としてステージ2を所定温度に予備加熱すると共に、ヒータ31A、31Bに通電して窒素ガス供給配管30A、30Bを所定温度に予備加熱し、ステップ102で、予備加熱されたステージ2に半導体ウエハ1を取付け、保持する。

【0031】次に、ステップ103で、駆動装置4によりステージ回転軸5を介してステージ2を回転させるこ

とによりステージ2に取付けられた半導体ウエハ1を回転させながら所定温度に加熱する。

【0032】一方、ステップ104で、窒素ガスを、マスフローコントローラ29A、29Bにより流量制御し、かつ、ヒータ31A、31Bにより窒素ガス供給配管30A、30Bを介して加熱して窒素ガス供給口13A、13Bより窒素ガス室11に供給し、拡散板16、17のガス通過孔16a、17aを通過させて、均等な温度および圧力の窒素ガスを拡散ヘッド板9の多数の窒素ガス吐出孔9bより、回転するステージ2上の半導体ウエハ1の外周縁の外側へ向けて吐出する。

【0033】次に、ステップ105で、ステージ2上の半導体ウエハ1が所定温度に加熱されると、オゾン、窒素ガスで所定の濃度に希釈されたTEOS、および同じ窒素ガスで所定の濃度に希釈されたボロン、リン等の添加剤の原料ガスを、マスフローコントローラ群27Aから27Dを構成する各ニードルバルブ付きフローメータ22M、マスフローコントローラ23Mから25Mで所定の組成比に流量制御し、原料ガス供給配管28Aから28Dを介して原料ガス供給口12Aから12Dより反応ガス生成室10Aから10Dへ夫々供給する。

【0034】即ち、前記原料ガスを、反応ガス生成室10Aから10Dの夫々に、対応するマスフローコントローラ群27Aから27Dを構成するニードルバルブ付きフローメータ22M、マスフローコントローラ23Mから25Mにより各反応ガス生成室10Aから10Dごとに適正な組成比、流量に制御して供給する。なお、前記原料ガスは、各配管23から25、および配管28Aから28Dを包むように配設されたヒータ（図示せず）により、これらの配管を介して所定温度に保持されて反応ガス生成室10Aから10Dへ供給される。

【0035】そして、反応ガス生成室10Aから10Dでは、供給された前記原料ガスを拡散板14、15に形成されたガス通過孔14a、15aを通過させることにより拡散させて混合して均一な濃度および温度の反応ガスを生成し、生成された前記反応ガスを拡散ヘッド板9が有する多数の反応ガス吐出孔9aより均一な流速で反応室18に吐出し、半導体ウエハ1の表面に均一な膜厚および組成の薄膜を成長させる。

【0036】次に、ステップ106で、半導体ウエハ1の表面に所望の薄膜が形成されると前記原料ガスの供給を停止して反応ガス吐出孔9aから反応室18への前記反応ガスの吐出を停止する。しかし、窒素ガス吐出孔9bからの前記窒素ガスの吐出は続行して反応室18の残存反応ガスを窒素ガスと置換し、ステップ107で、前記残存反応ガスが前記窒素ガスにより置換されると前記窒素ガスの吐出を停止する。

【0037】その後、ステップ108で、所望の薄膜を生成された半導体ウエハ1をステージ2から取外し、ステップ109で引続き処理を続行するか否かを判断し、

処理続行の場合にはステップ102に戻ってステップ102からステップ109の工程を繰返し、処理続行しない場合にはステップ110で、ステージ2を加熱するヒータ3や、配管30A、30Bに対応配設されたヒータ31A、31Bの通電を停止し、一連の半導体ウエハ1の薄膜生成工程を完了する。

【0038】以上のように、図1、図2に示した化学気相成長装置は、複数の反応ガス生成室10Aから10Dが同心円状に分割形成され、反応ガス生成室10Aから10Dに供給する前記原料ガスの混合比を個々に設定し得るようにしたので、前記反応ガスの半導体ウエハ1の面内分布を任意にかつ正確に調整することができ、従って、前記反応ガスの多様な供給ができ、成膜プロセス上、裕度の高い化学気相成長装置が得られる。

【0039】即ち、オゾン、TEOSおよび添加剤ボロン、リン等の原料ガスを、同心円状に形成された反応ガス生成室10Aから10Dの夫々へ、ニードルバルブ付きフローメータ22M、マスフローコントローラ23Mから25Mからなるマスフローコントローラ群27Aから27Dにより適正比率（混合比）に設定して所望の流量を供給できる。即ち、主材料であるオゾンとTEOSとを流量制御して直接供給できるので拡散板14、15のガス通過孔の最適数を求めることなく、平坦な膜を極めて容易に生成することができ、さらに、ボロン、リン等の添加剤も流量制御して供給できるので半導体ウエハ1のウエハ面内でのドーパント濃度均一性の向上を図れる。

【0040】また、反応ガス生成室10Aから10Dにて、拡散板14、15に形成されたガス通過孔14a、15aを通過させることにより充分に混合し、即ち、拡散板14、15のガス通過孔14a、15aの位置がガスヘッド6の軸心方向にて中心位置が相互に重ならないように、上記軸心方向と直交する方向にずらせて配置しているので、即ち、ガス通過孔14aを通過したガスがガス通過孔15aを素通りすることなく、拡散板15の板面に衝突するように配設したので、充分なガス混合を可能とし、反応ガスとして拡散ヘッド板9の反応ガス吐出孔9aから均一な濃度および流速で吐出でき、よって半導体ウエハ1のウエハサイズの大小に関わりなく、膜の特異点が無くなり、半導体ウエハ1の表面に、さらに均一な膜厚および組成の薄膜を成長させることができる。

【0041】さらに、マスフローコントローラ29A、29Bから窒素ガス供給口13A、13Bに至る窒素ガス供給配管30A、30Bには、夫々、通過する窒素ガスを加熱するヒータ31A、31Bが設けられ、ヒータ31A、31Bで加熱された前記窒素ガスが、ガスヘッド6の最外層に形成された窒素ガス室11に導かれて所定の温度に調整され、拡散ヘッド板9の吐出孔9bから均一な流速にて半導体ウエハ1の外周縁の外側に吐出さ

せることができる。従って、前記反応ガスの反応室18での無用な拡散が防止されて消費量を節減できるだけでなく、反応室18の内壁面等に反応副生成物の付着を防止できると共に、半導体ウエハ1の表面温度が部分的に降下してその膜厚分布を悪化させることがなく、半導体ウエハ1の表面上に平坦な薄膜を生成することができる。即ち、前記窒素ガスは原料ガスよりも高い所定温度に加熱してチャンバ21へ供給され、反応ガス温度よりも高い所定温度に加熱された前記窒素ガスを半導体ウエハ1の外周縁の外側に向かって吐出し得るようにしたので、ステージ2で加熱された半導体ウエハ1を冷却させてその成膜を阻害する不具合を解消できる。

【0042】なお、図1、図2に示した実施の形態1としての化学気相成長装置においては、ガスヘッド6の凹部6Aに4層の反応ガス生成室10Aから10Dを同心円状に形成したが、反応ガス生成室は4層に限定する必要はなく、任意の層数を選択しても同様な効果が得られ、また、その形状も同心円状に限定する必要はなく、任意の形状としても同様な効果が得られる。

【0043】また、図1、図2に示した実施の形態1としての化学気相成長装置においては、ガスヘッド6に形成した反応ガス生成室10Aから10Dの各々には、2枚の拡散板14、15を拡散ヘッド板9に平行に配設したが、拡散板の枚数は2枚に限定する必要はなく、3枚以上とし、隣合う拡散板（図示せず）に形成するガス通過孔の位置がガスヘッド6の軸心方向にて中心位置が相互に重ならないように配置してもよい。

【0044】実施の形態2。図4は、この発明の実施の形態2としての化学気相成長装置の断面を示す模式図である。図において、C1はステージ回転軸5の中心線、C2はガスヘッドの中心線であり、両中心線C1、C2は所定距離Xだけ偏心しており、ガスヘッド6に対して、ステージ2が所定距離Xだけ偏心した状態で駆動装置4により回転される構造となっている。その他の構成は図1に示した実施の形態1としての化学気相成長装置と同じである。

【0045】そして、両中心線C1、C2が所定距離Xだけ偏心させた状態でステージ2を回転させることにより、両中心線C1、C2が一致している図1に示した実施の形態1としての化学気相成長装置と比較して、半導体ウエハ1の表面上に生成される膜分布が同心円状に形成されることから緩和され、より平坦な均質膜を生成することができる。即ち、拡散ヘッド板9の反応ガス吐出孔9aから噴出される反応ガスは、ステージ2と共に回転する半導体ウエハ1の表面に均等に接触し、平坦で均一な膜厚および組成の薄膜を成長させることができる。

【0046】上記効果は、装置にて処理可能ないかなるウエハサイズに対しても得られ、薄膜の平坦性が容易に得られるだけでなく、ドーパント濃度の均一性も向上し、高信頼性の常圧CVD装置が得られる。

#### 【0047】

【発明の効果】この発明は、以上のように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0048】複数種類の原料ガスの混合比率を任意に設定してその流量を制御する原料ガス流量制御手段と、供給された前記原料ガスを混合して反応ガスを生成する複数に分割された反応ガス生成室および生成された前記反応ガスを半導体ウエハへ向けて吐出する複数の反応ガス吐出孔を有するガスヘッドとを備え、前記原料ガス流量制御手段を前記複数に分割された反応ガス生成室の個々に対応させて設け、前記複数の反応ガス生成室の個々に前記原料ガスの混合比を設定し得るようにしたので、前記反応ガスの半導体ウエハにおける面内分布を任意にかつ正確に調整することができ、前記半導体ウエハに均一な膜厚および組成の薄膜を生成できる化学気相成長装置が得られる効果がある。

【0049】また、反応ガス生成室の群を取り囲む位置に配設された不活性ガス吐出孔より、加熱された不活性ガスを半導体ウエハの外周縁の外側に向かって吐出し得るようにしたので、反応ガスを節減できると共に反応室周辺に反応副生成物が付着するのを防止でき、かつ前記半導体ウエハ表面温度を降下させる恐れがないので前記半導体ウエハに均一な膜厚および組成の薄膜を生成できる化学気相成長装置が得られる効果がある。

【0050】さらに、ガスヘッドへのガス供給配管系統で不活性ガスを所定温度に加熱するようにしたので、前記ガスヘッドにおける前記不活性ガスの温度調整が容易となり、最適温度の前記不活性ガスを半導体ウエハに供給でき、ステージで加熱された前記半導体ウエハを冷却させて成膜を阻害する不具合を解消できる化学気相成長装置が得られる効果がある。

【0051】また、反応ガス生成室内に、ガス流動方向に互いに間隔をおいて配設された少なくとも2枚のガス拡散板を配設し、互いに隣接する前記ガス拡散板のガス通過孔の中心位置が、前記ガス流動方向と直交する方向に互いに離れて配置された構成としたので、原料ガスを特別な動力不要に効率良く混合して均一な濃度の反応ガスが生成でき、半導体ウエハに極めて均一な膜厚および組成の薄膜を成長させることができる化学気相成長装置が得られる効果がある。

【0052】さらに、ステージと、ガスヘッドとの互いに対向する面の夫々の中心を互いに偏心させ、少なくとも一方は前記中心を回転軸として回転し得るようにしたので、前記ガスヘッドの複数の反応ガス吐出孔から吐出される反応ガスが前記ステージと共に回転する半導体ウエハの表面に均等に接触し、該半導体ウエハの表面に平坦で均一な膜厚および組成の薄膜を成長させることができる化学気相成長装置が得られる効果がある。

【0053】また、半導体ウエハをステージに保持して加熱し、ガスヘッドにおける複数に分割された反応ガス



生成室の最外層に配設された不活性ガス供給口から所定温度に加熱された不活性ガスを前記半導体ウエハの外周縁より外側に供給し、前記複数に分割された反応ガス生成室の夫々へ、該複数に分割された反応ガス生成室ごとに複数種類の原料ガスの供給比率および流量を調整して供給し、前記複数に分割された反応ガス生成室の夫々において、供給された前記複数種類の原料ガスを混合して反応ガスを生成し、前記反応ガスを前記半導体ウエハの表面へ供給して該表面に成膜するようにしたので、均一な膜厚および組成の薄膜を生成できる半導体ウエハの成膜方法が得られる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

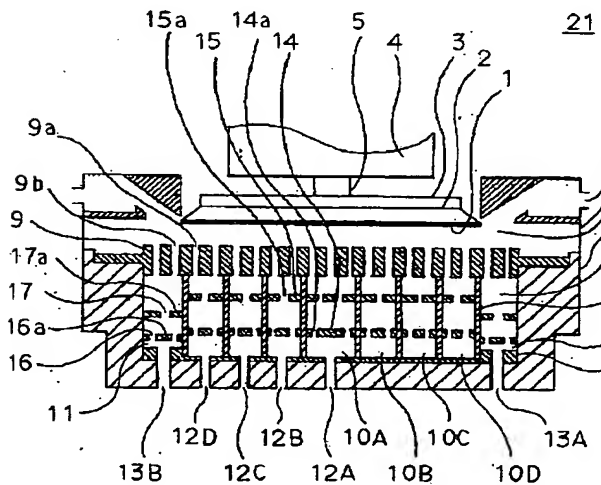
【図1】 この発明の実施の形態1としての化学気相成長装置におけるチャンバの断面を示す模式図である。

【図2】 図1に示したチャンバへの原料ガス供給系統図である。

【図3】 図1、図2に示した化学気相成長装置の動作を説明する動作フロー図である。

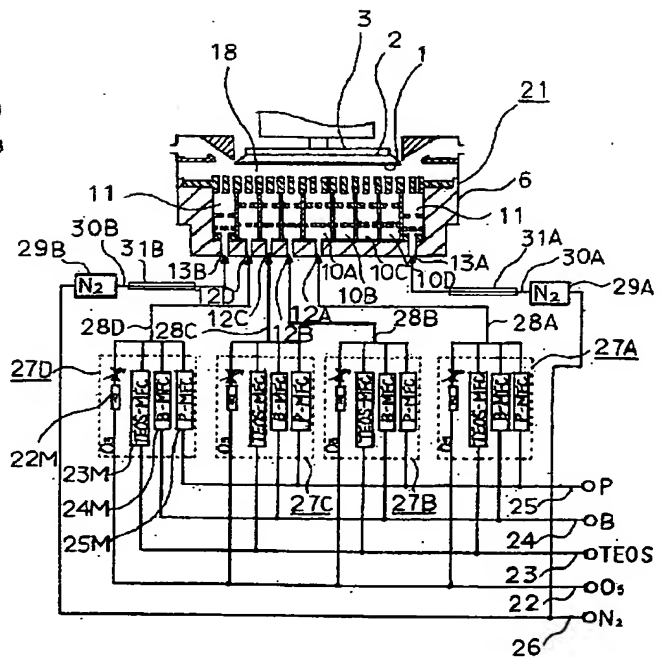
【図4】 この発明の実施の形態2としての化学気相成長装置におけるチャンバの断面を示す模式図である。

【図1】



- |            |                   |
|------------|-------------------|
| 1: 半導体ウエハ  | 9a: 反応ガス吐出孔       |
| 2: ステージ    | 9b: 窒素ガス吐出孔       |
| 3: ヒータブロック | 10A~10D: 反応ガス生成室  |
| 4: 駆動装置    | 11: 窒素ガス室         |
| 5: ステージ回転軸 | 12A~12D: 原料ガス供給口  |
| 6: ガスヘッド   | 13A, 13B: 窒素ガス供給口 |
| 6A: 凹部     | 14, 15: 拡散板       |
| 7: 隔壁      | 18: 反応室           |
| 9: 拡散ヘッド板  | 21: チャンバ          |

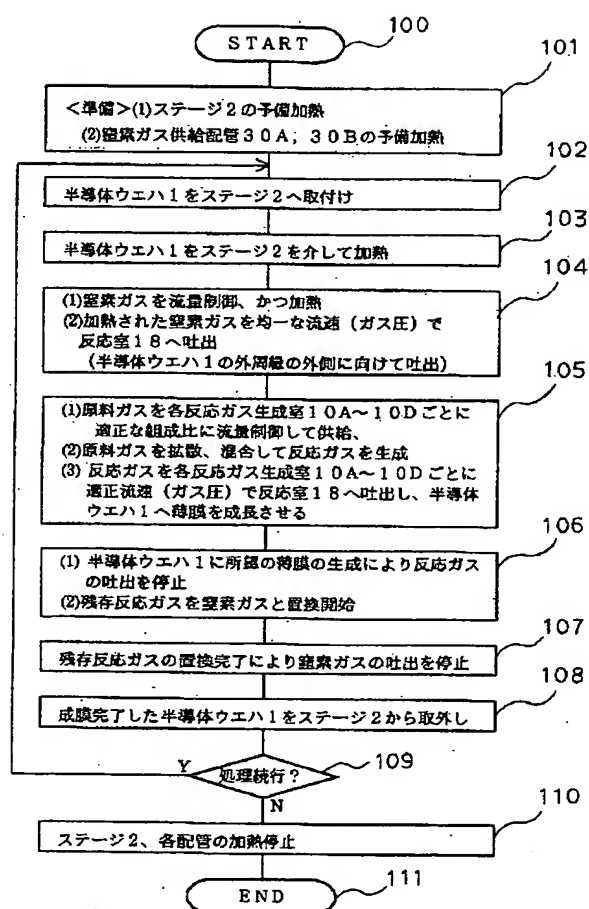
【図2】



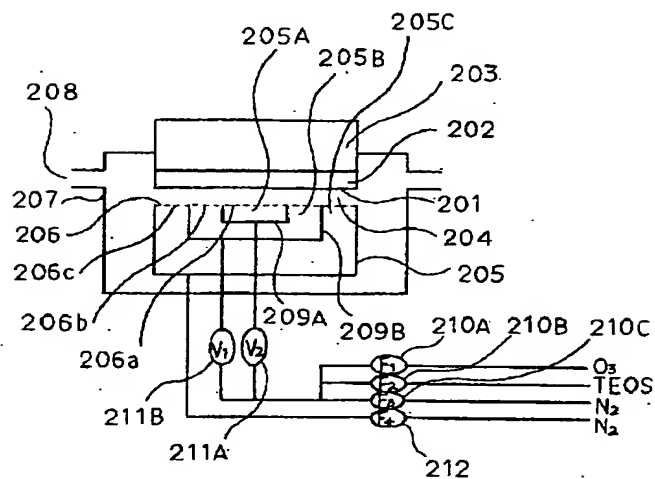
- |                            |
|----------------------------|
| 22M: ニードルバルブ付きフローメータ       |
| 23M: マスフローコントローラ           |
| 27A~27D: マスフローコントローラ群      |
| 29A, 29B: 窒素ガス用マスフローコントローラ |
| 31: 配管ヒータ                  |



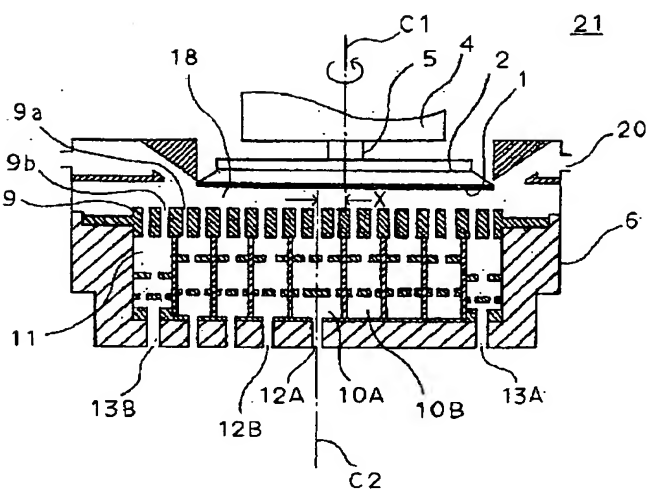
【図 3】



【図 5】



【図 4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**